

# Development of Techniques for Carbon Dioxide Mitigation

王淑娟、余世宗

E-mail: 364799@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Carbon dioxide capture and storage (CCS), one of the carbon dioxide emission reduction, was discussed in this technical report. Development of techniques related to CCS was surveyed with the emphasis on the potential of cost-effective application in emission reduction of carbon dioxide. CCS technology includes three steps-capture, transport and storage. The technology of capturing CO<sub>2</sub> depends on the location and method of trapping carbon dioxide. Carbon dioxide could be captured at stages of post-combustion, pre-combustion and oxy-fuel combustion. Carbon dioxide can be captured by absorption, low temperature, membrane separation method. Transport technology can be divided into land transport and offshore transportation. International transport technology is pipeline-based, vehicle-based or ship-based. Carbon dioxide storage can be divided into geological, surface and ocean storage. Technology development and current applications show that CCS is recognized as one of the options to significantly reduce carbon dioxide emissions. The application of CCS depends on not only technical maturity, costs, overall potential, but also regulations, environmental issues and public. The applications of CCS in some developing countries depends on the ability of technology application.

Keywords : carbon dioxide、capture、transport、storage

## Table of Contents

第一章 緒論	1
1.1 緣起	1
1.2 研究目的與內容	2
第二章 研究方法與流程	4
2.1 研究方法	4
2.2 研究流程	5
第三章 文獻回顧	7
3.1 二氧化碳與全球暖化	7
3.1.1 溫室氣體	7
3.1.2 二氧化碳的影響	8
3.2 二氧化碳減量技術分類	12
3.3 二氧化碳捕集與封存技術 (CCS)	15
3.3.1 捕集技術	18
3.3.2 運輸技術	27
3.3.3 封存技術	28
3.4 森林固碳	33
3.4.1 森林與二氧化碳吸存關係	34
3.4.2 森林在防止溫暖化之功能	35
3.4.3 影響林木儲存固定碳的因素	37
3.5 微藻固碳	43
3.5.1 藻種選擇	44
3.5.2 微藻培養	45
3.5.3 微藻培養系統之環境影響因子	48
第四章 結果與討論	50
4.1 二氧化碳捕集技術發展現況	50
4.1.1 國際發展現況	50
4.1.2 國內發展現況	52
4.1.3 國內技術發展競爭力分析	53
4.1.4 二氧化碳捕集技術發展指標與經濟分析	55
4.2 二氧化碳封存技術發展現況	56
4.2.1 國際發展現況	56
4.2.2 國內發展現況	59
4.2.3 國內技術發展競爭力分析	60
4.2.4 二氧化碳封存技術發展指標與經濟分析	62
4.3 二氧化碳運輸技術發展現況	63
4.3.1 國際發展現況	63
4.3.2 國內發展現況	67
4.3.3 運輸成本分析	67
4.4 CCS 主要問題分析	70
4.4.1 適合CCS的排放源	70
4.4.2 成本核算與能耗	71
4.4.3 運輸與封存的洩漏問題	72
4.4.4 對環境的影響	72
4.4.5 法律問題	73
4.4.6 政府的態度	74
4.4.7 公眾的態度	75
4.4.8 技術轉讓	75
第五章 結論與展望	76
5.1 結論	76
5.2 展望	76
參考文獻	78

## REFERENCES

1. Adams, D.R., Adams, J.M., Callaway, C., Chang, and B.A. McCarl, "Sequestering carbon on agricultural land: Social cost and impact on timber markets, Contemporary Policy, Iss. 62, 88-102, 1993.
2. Bachu, S., CO<sub>2</sub> storage in geological media: Role, means, status and barriers to deployment. Progress in Energy and Combustion Science, 34(2)254-273, 2008.
3. Brohan, P., Kennedy, J.J., Harris, I., Tett, S.F.B. and Jones, P.D., Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. Journal of Geophysical Research, 111, 2006.
4. Costa, J.A.V., Linde, G.A. and Atala, D.I.P., Modelling of growth conditions for cyanobacterium Spirulina platensis in microcosms. World J. Microbiol. Biotechnol. 16:15-18, 2000.
5. Dixon, R., K, J. K. Winjum, and P. E. Schroeder " Conservation and sequestration of carbon. " Global Environ Change, Vol. 3, Iss. 2, 159-73, 1993.
6. Dooley, J, Dahowski, R and Davidson, C, Comparing existing pipeline networks with the potential scale of future U.S. CO<sub>2</sub> pipeline networks. 9th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-9), Energy Procedia, 1(1), 1595-1602, 2009.
7. EPRI (Electric Power Research Institute), (in press). CO<sub>2</sub> capture technologies, report commissioned by the Global CCS Institute. EPRI, E236656, Palo Alto, California, United States, 2011a.
8. Global CCS Institute, The global status of CCS: Canberra, Australia, 2011.
9. ICF International, Carbon sequestration and storage: Developing a transportation infrastructure prepared for INGAA Foundation. INGAA Foundation, 2009.
10. IEA, Energy Technology Perspectives 2008, Scenarios & Strategies to 2050, 2008.
11. IEA, Energy technology perspectives. OECD/IEA, Paris, France, 2010a.
12. Insight Economics, Development of carbon capture and storage infrastructure: Building essential infrastructure for carbon capture and storage, report commissioned by the Global CCS Institute, 2011.
13. IPCC, IPCC special report on carbon dioxide capture and storage, prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change

[Metz, B, Davidson, O, de Coninck, H. C, Loos, M, and Meyer, L. A. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States, 2005. 14. IPCC, Climate change 2007: Synthesis report contribution of Working Groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [R.K. Pachauri, and A. Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007. 15. Jaeger, H., DOE study confirms IGCC as the lowest cost coal-power alternative, Gas Turbine World Magazine, Vol. 37, No.4, 18, 2007. 16. Maclaren J. P., Plantation forestry—it ' s role as a carbon sink: conclusions from calculations based on New Zealand ' s planted forest estate. In: Apps M, Price D, editors. Effects of forest management, harvesting and wood processing on ecosystem carbon dynamics: a boreal case study., Forest ecosystems, forest management and the global carbon cycle, New York: Springer-Verlag, 257-70, 1996. 17. MacFarling, M. C, Etheridge, D, Trudinger, C, Steele, P, Langenfelds, R, van Ommen, T, Smith, A and Elkins, J, Law Dome CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O ice core records extended to 2000 years BP. Geophysical Research Letters, 33(14), 2006. 18. McKinsey & Company, Carbon capture & storage: Assessing the economics, M, 2008. 19. Mikunda, T, van Deurzen, J, Seebregts, A, Kerssemakers, K, Tetteroo, M and Buit, L, Towards a CO<sub>2</sub> infrastructure in North-Western Europe: Legalities, costs and organisational aspects. GHGT-10, Energy Procedia. 4, 2409-2416, 2010. 20. Neele, F, Hofstee, C, Dillen, M and Nepveu, M, Independent storage assessment of offshore CO<sub>2</sub> storage options for Rotterdam: Summary report, a report commissioned by the Global CCS Institute. TNO, The Netherlands, 2011. 21. Pedro M. C., Y. S. Wai, O. C. Lye, A. Ganing, R. Nussbaum and T. Mojiun, Large scale enrichment planting with dipterocarps as an alternative for carbon offset – methods and preliminary results, Innoprise-Face Foundation Rainforest Rehabilitation Project (Infapro) Innoprise Corporation Sdn. Bhd., Danum Valley Field Centre PS 282, 91108 Lahad Datu, Sabah, Malaysia, 1994. 22. RCI (Rotterdam Climate Initiative), CO<sub>2</sub> capture and storage in Rotterdam: A network approach. Schiedam, The Netherlands, 2010. 23. Sedjo R. A., Forests to offset the greenhouse effect, Journal of Forestry, Vol. 87, Iss.7, 12-16, 1989. 24. Tans, P and Keeling, R, National Oceanic and Atmospheric Administration: Earth System Research Laboratory and Scripps Institution of Oceanography, 2011. 25. Vattenfall, from [http://www.vattenfall.com/www/co2\\_en/CO2\\_en/index.jsp?WT.ac=content](http://www.vattenfall.com/www/co2_en/CO2_en/index.jsp?WT.ac=content), 2007. 26. ZEP (European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants), The costs of CO<sub>2</sub> capture, transport and storage, 2011. 二、中文部份 1. 二氧化碳捕獲與封存技術網 <http://ccs.tw/> 2. 王立志 (1996), 「氣候變遷對台灣林業的衝擊與適應」, 氣候變遷衝擊評估與因應策略建議研討會論文集, 215-229. 3. 王海山 (2003), 科學方法百科辭典, 恩楷股份有限公司, 台北. 4. 王文科、王智弘 (2009), 教育研究法, 臺北市, 五南書局. 5. 台電公司 (2008), 「二氧化碳減量對燃煤電廠規劃設計之衝擊」, 簡報資料. 6. 朱泓源 (2000), 撰寫博碩士論文實戰手冊, 臺北市, 正中書局. 7. 行政院環境保護署國家溫室氣體登錄平台 <http://ghgregistry.epa.gov.tw/ccsproject/ccs1-1a.aspx> 8. 李國忠、林俊成 (2000 a), 「京都議定書與森林資源碳吸存效果」, 台灣林業, 第26卷第1期, 54-59. 9. 李國忠、林俊成 (2000 b), 「森林經營與大氣碳吸存」, 農政與農情, 第98期. 10. 李國忠、林俊成 (2005), 「京都議定書生效後之森林資源碳吸存策略」, 台灣林業, 第31卷第3期, 12-19. 11. 林俊成、李國忠、林裕仁 (1999), 「柳杉人工林碳貯存效果與適應成本研究」, 台大實驗林研究報告, 第13卷第1期, 51-60. 12. 林鎮國 (2007), 「二氧化碳的儲存」, 科學發展月刊, 第413期, 28-33. 13. 徐恆文 (2007), 「二氧化碳的捕獲與分離」, 科學發展月刊, 第413期, 24-27. 14. 徐恆文 (2011), 「我國碳捕集技術介紹與展望」, 工業技術研究院綠能與環境研究所. 15. 能源產業技術白皮書 (2010), 經濟部能源局. 16. 張鴻翔、李小春、魏寧 (2010), 「二氧化碳捕獲與封存的主要技術環節與問題分析」, 地球科學進展月刊, 第25卷第3期, 338-340. 17. 陳國帝、盧文章、白明德、林昀輝 (2008), 「大規模藻類培養吸附二氧化碳探討」, 溫室氣體管理策略專輯, 永續產業發展雙月刊, 第41期, 36-43. 18. 陳崇憲、陳金德、董倫道、徐恆文 (2008), 「台灣CO<sub>2</sub>捕獲封存技術推動發展現況及展望」, 碳經濟, 第十期, 38-55. 19. 陳曉薇、陳茂景 (2008), 「『微』小世界的無限潛能 - 台電公司在微藻減碳技術的發展」, 能源報導, 12月號, 8-10. 20. 楊盛行 (1997), 「台灣地區森林二氧化碳之涵容量估算」, 中華生質能源學會會誌, 第16卷第4期, 1-10. 21. 箕輪光博 (1991), 「IPCC報告及森林二氧化碳固定能力」, 木材工業, 第46卷第9期, 434-437. 22. 趙怡欽、許紘璋 (2008), 「從德國Schwarze Pumpe零二氧化碳排放示範電廠看二氧化碳減量技術之發展」, 物理雙月刊, 30卷4期, 426-433. 23. 歐陽湘、廖啟雯 (2010), 「由二氧化碳減排看二氧化碳捕獲與封存技術發展」, 經濟前瞻, 132期, 87-92. 24. 歐陽湘、徐恆文、董倫道、廖啟雯 (2011), 「我國二氧化碳捕獲與封存技術發展現況」, 能源報導, 10月號, 10-11. 25. 蔡勳雄、郭博堯 (2001), 「全球溫室氣體排放趨勢」, 財團法人國家政策研究基金會, 國政研究報告. 26. 談駿嵩、鄭旭翔 (2008), 「二氧化碳捕獲與再利用技術」, 碳經濟, 第九期, 48-60. 27. 鄭如琇、陳俊佑 (2012), 「碳捕集及封存技術國際推動及國內發展現況」, 行政院環境保護署國家溫室氣體登錄平台電子報第23期. 28. 謝誌鴻、吳文騰 (2009), 「微藻—綠色生質能源」, 科學發展月刊, 第433期, 36-41. 29. 闕壯群 (2009), 「微藻類固碳工程」, 科學發展月刊, 第433期, 6-11. 30. 魏國彥、許晃雄 (1997), 「全球環境變遷導論」, 國立台灣大學全球變遷研究中心, 教育部印行. 31. 顧洋 (2007), 「二氧化碳之處理及固定技術」, 產業溫室氣體減量技術實務講習會講義.